



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

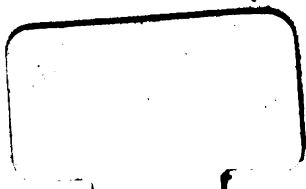
Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.



**Sammlung
gemeinverständlicher
wissenschaftlicher Vorträge,**

herausgegeben von

Rud. Virchow und Fr. v. Holzkendorff.

IX. Serie.

(Heft 193—216 umfassend).

~~~~~  
**Heft 202.**

**Erdbeben und Vulkane.**

Von

**H  
Heinrich Möhl.**

Hierzu eine Kupfer-Tafel.

---

**Berlin, 1874.**

**C. G. Lüdewitz'sche Verlagsbuchhandlung.**

**Carl Habel.**

**33. Wilhelm-Strasse 33.**

Es wird gebeten, die anderen Seiten des Umschlages zu beachten.



Die Jury der „Internationalen Ausstellung von Gegenständen für den häuslichen und gewerblichen Bedarf zu Amsterdam 1869“ hat diesen Vorträgen die — **Goldene Medaille** — zuerkannt.



## Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge,

herausgegeben von

Prof. Dr. Rud. Virchow und Prof. Dr. Fr. v. Holzkendorff.

**Serie IX. Jahrgang 1874. — Heft 193—216 umfassend.**

**Im Abonnement jedes Heft nur 5 Sgr.**

Die Verlags-handlung macht hierdurch bekannt, daß von der neuen IX. Serie dieser überall mit ungetheiltem Beifall aufgenommenen Vorträge bereits erschienen sind:

- Heft 193. **Virchow** (Berlin), Die Urbewölkerung Europa's. 10 Sgr.  
„ 194. **Niesel** (Braunschweig), Ueber Art und Kunst, Kunstwerke zu sehen. 6 Sgr.  
„ 195. **Perth** (Bern), Ueber die Grenzen der sichtbaren Schöpfung. 7½ Sgr.  
„ 196. **Selbig** (Arnstadt), Die Sage vom ewigen Juden, ihre poetische Wandlung und Fortbildung. 10 Sgr.  
„ 197. **Zuerffen** (Leipzig), Die Pflanzengruppen der Farne. Mit Holzschnitten 7½ Sgr.  
„ 198. **Holzmann** (Heidelberg), Die Ansiedelung des Christenthums in Rom. 7½ Sgr.  
„ 199. **Stricker** (Frankfurt a. M.), Die Feuerzeuge. 7½ Sgr.  
„ 200. **Gfellen** (Hamm), Das Barockische Schlachtfeld im Kreise Bedum. 10 Sgr.  
„ 201. **Nichter** (Wien), Die Piccolomini. 7½ Sgr.  
„ 202. **Mühl**, Erdbeben und Vulkane. Mit einer Kupfer-Tafel. 12 Sgr.  
„ 203. **Bucher** (Wien), Ueber ornamentale Kunst auf der Wiener Weltausstellung 1873. 10 Sgr.  
„ 204. **Engel** (Schwerin), Das Sinnen- und Seelenleben des Menschen unter den Tropen. 7½ Sgr.



Fig. I.

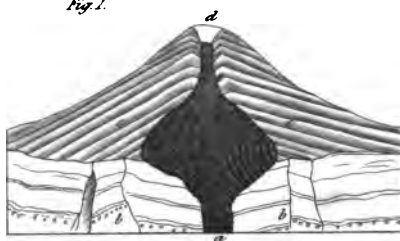


Fig. II.

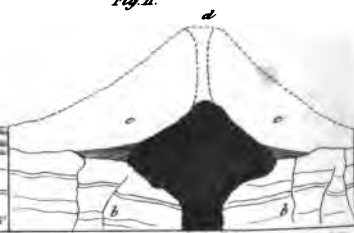


Fig. III.

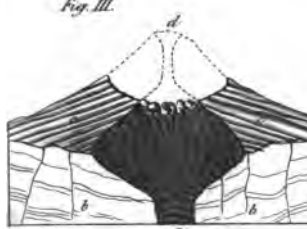


Fig. IV.



Fig. V.

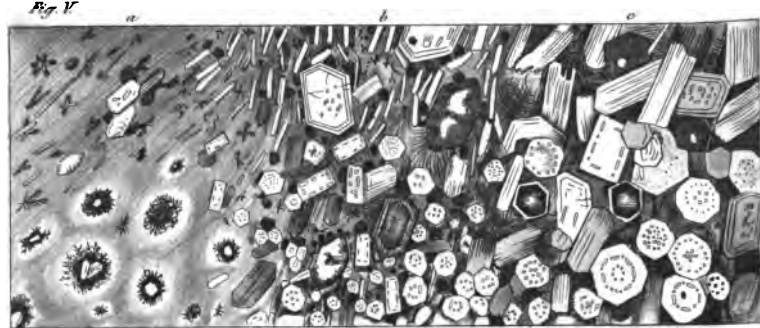


Fig. VI.



Fig. VII.



# Erdbeben und Vulkane.

---

Öeffentlicher Vortrag, gehalten in dem, vom Lehrercollegium der  
Kgl. höheren Gewerbeschule zu Kassel im Winter 1873/74  
veranstalteten Vorlesungszyclus

von

Heinrich Mühl.

Hierzu eine Kupfer-Tafel.

---

Berlin, 1874.

C. G. Lüdewig'sche Verlagsbuchhandlung.  
Carl Habel.

AC  
2  
S3

no. 202  
1874

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

S

Wir sind gewöhnt, außer den concentrirten Sonnenstrahlen, dem electrischen Strome und manchem Andern, die Holzsubstanz und deren Produkte nämlich: Kohle, flüchtige Oele, Gase u. als die wichtigsten Substanzen zur Erzeugung großer und intensiver Wärme zu betrachten.

Wir bemessen den Wärmeeffect nach der Menge in Dampf verwandelten Wassers und wissen die Expansion des Dampfes sowohl zu fürchten, als mehr noch zu schätzen und zwar als eine der eminentesten Kräfte, deren wir uns zu mannichfachen Arbeitsleistungen mit Vortheil bedienen.

Aber es giebt noch eine andere Kraft, die Wärme erzeugt, die gleichsam selbst das Wasser in Feuer verwandelt und es befähigt Alles in feurigen Fluß zu bringen, was wir nur kennen, eine Kraft die mit der, durch sie hervorgerufenen Gegenkraft, der Dampfexpansion, von Ewigkeit her gewirkt hat, bis in Ewigkeit hin wirken wird und Wirkungen hervorrufen kann, so schrecklicher, schauerlicher und doch wieder so großartiger und erhabener Art, daß sie jeder Beschreibung spotten, diese Kraft heißt — Druck —.

Werfen wir nur einen flüchtigen Blick in die Geschichte der Erde. Milliarden von Jahren hatte die Erde bereits ihren Kreislauf um die Sonne vollzogen, bevor sie befähigt wurde

Pflanzen zu tragen, sie war vorher — wüste und leer! — Sahrtausende brauchte die Pflanzenwelt zur Entwicklung und mehr noch zum zeitweiligen Untergang, bezw. zur Aufspeicherung in Kohlenlagern; unermessliche Zeiträume vergingen, ehe der Mensch auf Erden erschien, Sahrtausende brauchte er zu seiner Herausbildung um die Kohlen schätze würdigen zu lernen, erst vor einer Spanne Zeit entdeckte er die in der Dampferpansion schlummernde Kraft; während jeder Berg und Thal, das Verhältniß von Land und Meer und die Wirkungen des Drucks aus früherer Zeit zeigen, Hebung und Senkung des Bodens, Erdbeben und Vulkane und noch tagtäglich die Wechselwirkung von Druck und Expansion vor Augen führen. Wie wir es in der Gewalt haben mit einem durch Dampf bewegten Werkzeug — dem Dampfhammer — in Gemüthlichkeit Rüsse zu knacken, andererseits aber Schläge auszuüben, daß weithin die Erde erdröhnt, so können Erdbeben und Vulkane auch oft nur kaum beachtenswerthe Erscheinungen bieten oder aber Ereignisse, denen Nichts auf Erden verglichen werden kann, Ereignisse, denen die Erdoberfläche selbst großentheils ihr Gepräge verdankt, Ereignisse, welche die Configuration der Erdoberfläche stellenweise wesentlich verändern, Ereignisse, welche den Meeresboden über den Meerespiegel befördern, umgekehrt Festland unter denselben versenken können, Ereignisse, deren ursprünglicher Sitz im Schoße der Erde sich befindet und von da aus zur Oberfläche wirkt!).

Diesen Ereignissen gegenüber ist die Erdkruste nichts weniger als die vermeintliche starre, unbewegliche Erdveste. Wenn sie nur durch von unten herauf erlittene Stöße zittert, schwankt oder wie eine elastische Decke in fortlaufenden Wellen sich hebt und senkt, haben wir die Erscheinung — der Erdbeben, — wenn sie berstet und aus dem in die Tiefe hinabreichenden Kanale Stoffe der verschiedensten Art ausgeschleudert werden, — die

vulkanischen Erscheinungen, — wenn sie Widerstand genug leistet, daß keines der beiden Ereignisse eintreten kann, aber doch nicht Widerstand genug gegen continuirlich wirkende Ursachen, die allmählichen Hebungen und Senkungen.

### I. Erdbeben.

Was zunächst die Erdbeben betrifft, so ist, abgesehen von einem leichten Erzittern, die Bodenbewegung entweder — succussorisch —, wobei der Boden plötzlich in die Höhe springt und Theile desselben, Häuser, Menschen u. hoch empor geschneelt werden; oder von dem direkt getroffenen Punkte pflanzt sich die Bewegung in Wellen fort — undulatorisch —, so daß Mauern in der Richtung der Wellen bersten, in der Querrichtung stehende umgeworfen werden; oder zwei solcher, von verschiedenen Stoßpunkten ausgehende, Wellenbewegungen kreuzen sich — rotatorisch —, so daß Hausgeräthe eines Hauses unter den Trümmern des Nachbarhauses begraben gefunden, Säulen- und Obeliskenstücke gegen einander verdreht wurden. Nach dem furchtbaren Erdbeben von Calabrien im Februar und März 1783, war die Stadt Oppido so durcheinander geschüttelt, daß man den Stadtplan nicht mehr erkannte.

Die Geschwindigkeit mit der sich eine Bodenerschütterung fortpflanzt, hängt von der Zusammensetzung des Bodens ab (in festem Fels schneller aber weniger gefährlich als in losem Boden) und beträgt im Mittel 3 bis 5 Meilen per Minute. Die Fortpflanzung findet entweder in einer (oder in parallelen) Linien statt — lineare Erschütterungen —, dem Laufe großer Gebirgsketten folgend, so das Erdbeben, welches am 24 1822 die Küste von Chili auf mehr als 1000 Meilen Länge traf; oder concentrisch um den Stoßpunkt — centrale Erschütterungen —. Unter Letzteren wurde das Erdbeben von Neuseeland am 23 1855

über einen Flächenraum von 360,000 Q.-M., das von Lissabon am 1<sup>ten</sup> 1755 sogar über einen Raum von 700,000 Q.-M. d. h. 1<sup>tes</sup> der Erdoberfläche gespürt.

Wie das Land, so wird oft auch das Meer von der Erdererschütterung betroffen und zwar beginnt die Bewegung gewöhnlich mit einem Rückzuge des Meeres, dem bald ein Vorschreiten mit hochgebäumter Welle folgt, welche am 1<sup>ten</sup> 1755 bei Lissabon 20, am 1<sup>ten</sup> 1737 an der Küste von Lupafla gar 60 m. hoch über das Land stürzte und die schrecklichsten Verheerungen anrichtete. Auch Landseen, wie z. B. am Salzunger, Wenern u. See beobachtet, steigen und fallen plötzlich, Flüsse und Quellen stocken oder fließen reichlicher. Bei s. g. Seebeben fühlt bei ruhig bleibendem Meerespiegel z. B. ein Schiff einen Stoß von unten, daß die Masten krachen und erst die Küste erhält den Wellenschlag nach entsprechender Zeit.

Witunter geht dem eigentlichen Erdbeben ein unterirdisches Getöse oder Erzittern voraus, doch kann dies nicht immer als Vorbote gelten; wir sehen im Gegentheile, daß die verheerendsten Erdbeben plötzlich auftraten und nur von kurzer Dauer waren. Das Erdbeben von Lissabon bestand aus drei innerhalb 5 Minuten erfolgenden Stößen, die Stadt war ein Trümmerhaufen, ein Theil derselben versank in das Meer; am 2<sup>ten</sup> 1812 wurde durch den ersten Stoß in 5 Secunden Caracas vernichtet. Als Nachwirkung kommt dagegen oft noch monatelanges Erzittern vor, ja jahrelang kam schon eine Gegend nicht wieder in Ruhe (Cumaná 1766 auf 14 Monate, Calabrien 1783—88 sogar auf 5 Jahre).

Die Erdbeben sind eine so allgemeine Erscheinung, daß man deren im Mittel 2 auf jeden Tag rechnen kann, dabei ist die Vertheilung eine sehr ungleiche. Auf der nördlichen Erdhälfte liegt die größte Verbreitung in einem Erdgürtel zwischen 36 und

48<sup>o</sup> N. Br., auf der südlichen ist besonders Südamerika durch die erstaunliche Menge und Heftigkeit der Erdbeben erschrecken-erregend berühmt. Die Stadt Lima allein ward seit ihrer Gründung 1586, 1687, 1697, 1699, 1716, 1725, 1732, 1734, 1745, 1746 bis zur gänzlichen Zerstörung heimgesucht.

Es giebt eine Menge von Naturerscheinungen, welche mit Erdbeben in direktem Zusammenhange stehen, andere, welche gleichzeitig beobachtet, aber noch genauerer Erforschung über den muthmaßlichen Zusammenhang bedürfen. Zu den ersteren gehören die unterirdischen Getöse, die halb enormen Explosionen, halb rollendem Donner, halb rasselnden Ketten u. dgl. verglichen werden, das Ausströmen von Gasen aus Erdspalten unter Verbreitung von Schwefelgeruch, das plötzliche Hervorbrechen von Quellen oft von hoher Temperatur oder gar mit Dampfentwicklung, das Ausschleudern von Gesteinstrümmern; zu den letzteren das Aufblitzen von Feuererscheinungen, die Erscheinung von Nordlichtern, Verbreitung starker Nebel, plötzlich hereinbrechende Gewitter mit heftigen Regengüssen oder trockne Dürre und dergl.

Ob die Häufigkeit der Erdbeben mit Jahres- und Tageszeiten, mit der Menge der Sonnenflecken, der gegenseitigen Stellung der Erde gegen Sonne und Mond in Zusammenhang steht, bedarf noch weiterer Ermittlungen.

Abgesehen davon, daß Erdbeben zu den zerstörendsten Ereignissen gehören, denen der Mensch rath- und hilflos gegenübersteht, daß im Augenblick Städte in Schutthaufen verwandelt, Tausende von Menschen getödtet werden, sehen wir als bleibende Wirkungen von weittragender geologischer Bedeutung, das Zerreißen der Erde, die Bildung meilenlanger kassender Spalten, lokale halb abwechselnde<sup>2)</sup>, bald dauernd bleibende Hebungen und Senkungen des Bodens, Einstürze von Bergen, Abdämmen von Flüssen und Bildung von Seen, vor allem aber die, wenn auch

nur sehr allmählichen, dafür aber continuirlich erfolgenden continen-  
talen Hebungen oder Senkungen.

Um, wenn auch annähernd den Punkt in der Erde zu ergrün-  
den, von wo aus ein Erdbeben seinen Ursprung nahm, ist man  
erst in der neueren Zeit mit allen zu Gebote stehenden Hülfss-  
mitteln vorgegangen. Mit Hülfe verschieden construirter Instru-  
mente — der Seismographen — läßt sich die Richtung der Er-  
schütterung bestimmen, durch Vergleichung der Zeit der zuerst  
betroffene Punkt an der Erdoberfläche, durch Rechnung endlich  
der Centralpunkt in der Tiefe, die Intensität und die Fort-  
pflanzungsgeschwindigkeit.

So hatte das letzte mitteldeutsche Erdbeben, welches auch  
unsere Gegend traf und wohl noch in Aller Gedächtniß schwebt,  
vom 6. März 1872 sich über einen Raum von 3100 Q.-M.  
verbreitet, mit dem Oberflächenmittelpunkt (Epicentrum) bei  
Amt Gehren in Thüringen, mit dem ersten Stoß um 3 U. 56' 9''  
p. M. Berliner Zeit, eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 6  
Meilen p. M. oder 742 m. pro Secunde und das Centrum in  
2,42 Meilen = 19850 Meter Tiefe<sup>3)</sup>. Für andere Erdbeben er-  
geben sich auch andere Zahlen und wir dürfen vermuthen, daß  
für die so weit verbreiteten Erdbeben auch der Herd des Anstoßes  
in sehr großer Tiefe zu suchen ist, während die Zerstörungen an  
der Erdoberfläche hiermit in keinem Verhältnisse stehen. Diese  
sind vielmehr bei Erdbeben oft am bedeutendsten, die in un-  
mittelbarem Zusammenhange mit vulkanischen Erscheinungen  
stehen und auf kleinen Flächenraum beschränkt sind, also gerade-  
zu geeignet den Glauben zu vernichten, die Vulkane als Sicher-  
heitsventile ansehen zu wollen.

Wir haben in den Erdbeben und ihren Wirkungen eine der  
Kraftäußerungen kennen gelernt, welche von unten herauf einen  
fortdauernden Einfluß auf die Gestalt der Erdoberfläche ausübt.

Unsere Literatur weist bereits von Tausenden die detaillirtesten Einzelheiten, die schauerlichsten und schreckhaftesten Vernichtungsscenen nach, allein wenn wir die Hauptergebnisse, die geologischen Wirkungen, ins Auge fassen, müssen wir bekennen, daß seit historischer Zeit die Erdbeben nur lokale Erscheinungen und ihre Wirkungen nur winzige sind. Wenn jetzt wirklich einige hundert Quadratmeilen Festland um einige Meter gehoben, andere gesenkt werden, welch winziger Bruchtheil ist dieses gegen die Hebungen aus früherer Zeit?

Das Studium von der Zusammensetzung der Erdrinde führt uns dahin als letzten Ausgangspunkt, die Erde als Kugel von steifbreiartiger Masse zu denken. Die Beweglichkeit der Theilchen dieser Masse gestattete, den Rotationsgesetzen folgend, die Gestalt zu dem bekannten Sphäroid mit  $\frac{1}{298}$  Polabplattung. Auf die erste Gesteinschale lagerte gleichmäßig die ungleich weit schwerere Atmosphäre als heutigen Tages das seither in Dampfgestalt vorhandene, an Kohlensäure und einer Menge anderer Substanzen überreiche, Wasser ab, doch nicht als ruhiges Meer, sondern als zischendes, brodelndes, gewüthig zerstörendes Element. Der von Ewigkeit her gegen den Erdmittelpunkt gleich wirkende Druck brachte Zusammenziehungen, Faltungen in der Erdrinde, allmähliche Verstärkungen von innen, die krystallinische Umbildung Aufquellungen, kurz Unebenheiten hervor. Die Vertiefungen füllte das Wasser, die Erhöhungen barsten und das gepreßte gluthflüssige Innere brach empor, neues Material zur Zerstörung für das Wasser bietend. Was das Wasser einmal abgerungen und mehr oder weniger zermalmt hatte, wurde von demselben wieder in Schichten abgelagert. Der ursprüngliche Meeresboden mußte sich immer tiefer senken, denn wir finden Tausende von Metern stark Schichtsysteme von Trümmaterial aufgespeichert.

Nachdem die Temperatur es zuließ, entstanden Pflanzen auf dem Festlande und im Wasser und nachdem diese üppig wuchernd der Atmosphäre die Kohlensäure bis auf ein Minimum entzogen, erst Thiere. Aber der Meeresgrund blieb nicht Meeresgrund, das Festland nicht Festland, Ersterer wurde zu Festland, die abgelagerten Gesteinschichten hoch aufgebäumt, gefaltet wie Papierlagen, zerborsten und zerrissen mit klaffenden Spalten, Höhlen und dergl.; letzteres zu Meeresgrund. Dieser Wechsel wiederholte sich vielfach, während immer wieder aufs Neue, neue Gesteinsmassen durch die Spalten empordrangen, die trocken gelegten Schichtmassen vom Wasser zerstört und zu Ablagerungen im Meeresgrunde vereinigt wurden. Jede solcher Aenderungen änderte den Gleichgewichtszustand im Meere, veränderte die Meeresströmungen, beeinflusste die Wechselwirkung zwischen Erde und Atmosphäre, die klimatischen Verhältnisse, die Lebensbedingungen der organischen Schöpfung. Die Pflanzen sind uns in den Kohlenlagern, die Reste von Thieren, theils selbst, theils in Gesteinsabdrücken in den Gesteinschichten erhalten und wir können aus ihnen, wie aus den Blättern eines Buches die Geschichte der Erde, die successive fortschreitende höhere Organisation der Schöpfung herauslesen.

Derartige Wechsel, anfangs über die ganze Erde verbreitet, wurden mehr und mehr lokal; die klimatischen Verhältnisse änderten sich dabei so unmerklich, daß zur Zeit unserer, relativ sehr jungen Braunkohlenbildung noch tropisches Klima in unseren Gegenden herrschte, wie z. B. die Pflanzen und die massenhaft eingelagerten Insecten mit unvollkommener Verwandlung bei Sieblos in der heutigen, so rauhen, Rhön und an anderen Orten beweisen.

Wie die Erde heute aussieht, so finden wir Gesteine, die einstmal's Tausende von Quadratmeilen Meeresgrund bildeten,

jetzt viele Tausend Meter über der Meeresfläche zu Gebirgen aufgebaut, und wenn wir von den Spitzen der Berge bis zum tiefsten Grunde des Meeres rechnen Differenzen von 2 Meilen. Diese enorme Ungleichheit ist vorwiegend die Wirkung des Drucks; allein wir haben durchaus keinen Grund anzunehmen, daß diese Kraft ehemals, wenn man sagen darf, im Jugendzustand der Erde, energischer gewirkt habe; die Länge der Zeit, das continuirliche Andauern einer Einwirkung brachte diese enormen Resultate zu Stande. Ob die eigentlichen Erdbebenphänomene ehemals ebenso lokaler Natur waren, wie in historischer Zeit, bleibt dahin gestellt; um so sicherer wissen wir, daß Hebungen und Senkungen über die ganze Erde von jeher verbreitet waren und noch verbreitet sind. So sicher wie wir aus der Artengleichheit und dem gleichen Artenreichtum von Pflanzen und Thieren, die nur ein zusammenhängendes Festland bevölkern können, schließen, daß jetzt abgetrennte Inseln ehemals mit dem nahen Festlande verbunden waren, so sicher langsam vorschreitende Hebungen oder Senkungen vorliegen, so dürfen wir auch schließen, daß der Erdoberfläche in unmeßbaren Zeiträumen noch manche Umgestaltung bevorsteht.

## II. Die Vulkane.

Ähnliche Kraftäußerungen aus der Tiefe gegen die Erdoberfläche erblicken wir nun auch in einer anderen Erscheinung, welche an Großartigkeit ihrer Wirkungen den Erdbeben nicht nachsteht, an Glanz und Pracht dieselben aber weit überbietet. Diese Erscheinungen sind — die Vulkane.

In den verschiedensten Theilen der Erdoberfläche, auf dem Grunde des Meeres, auf Inseln in der Nähe der Küsten, selbst im ewigen Eise das den Südpol umgiebt, ausnahmsweise auch weit im Innern der Continente (Boschan im Thianschange-

birge Centralasiens) giebt es offene Verbindungswege zwischen dem Erdschoße und der Oberfläche, durch welche von Zeit zu Zeit glühende und geschmolzene Gesteinsmassen, Schlacken und zu Staub zermalmte Glasmassen — Asche —, Dampf, Gase, kochendes Wasser oder Schlammströme hervorbrechen. Da es meistens Berge sind an deren Gipfeln oder an deren Seitenwänden sich die Kanäle — die Krater — befinden, in deren Inneres die phantasiereichen Griechen die unterirdische Werkstatt ihres Schmiedegottes verlegten, — so hat man sie Vulkane genannt.

Die meisten Vulkane zeichnen sich vor allen übrigen Bergen durch ihre regelmäßig kegelförmige oder domartige Gestalt aus, an deren Spitze ursprünglich stets sich der Krater befindet. Diese Form ist ein Resultat der vulkanischen Thätigkeit selbst, weshalb wir dieser vorerst in ihrem normalen Verlaufe folgen wollen.

Ein eigenthümliches unterirdisches Getöse, erdbebenartiges, oft wochen- und monatelang andauerndes Erzittern des Bodens verkünden die Katastrophe. Das Getöse kommt unzweifelhaft aus beträchtlicher Tiefe, da es in weitem Umkreise ganz so gehört wird, als fände es in größter Nähe statt. Anfangs dem Brausen eines fernen Wasserfalls gleichend, dem man näher und näher rückt, scheint es in heftiges Musketen- und Artillerief Feuer überzugehen, abwechselnd mit lange nachhallenden Donnerschlägen oder einem dumpfen Rollen gleich dem Gerassel schwer beladener Wagen oder dem hellen sinnverwirrenden Klirren, wie wenn große Massen von Glas zer schlagen würden. Da! plötzlich ein Ruck, die Erde berstet und mit Blitzesschnelle schießt ein Dampfstrahl zu unglaublicher Höhe empor. Der Dampf bringt fort und fort zu Staub zerprengtes, vorher glasig glühend gewesenes Gesteinsmaterial, sogenannte — Asche — Glaskropfen — Rapilli — mit, schießt raketenartig glühende Steine, größere

teigartige Glasfetzen, die sich in der Luft ballen — Bomben — oder noch weich niederfallen und sich abplatten, hervor. Dieses Material fällt theils in den Schlund zurück, theils häuft es sich in dessen Nähe an und baut in Schichten mit abfallender Neigung, den Kegel auf. (Fig. I.) Je mehr der Berg wächst, um so höher steigt in dessen Krater der hellglänzende Gesteinschmelzfluß — die Lava — durch die Kraft der elastischen Dämpfe gehoben wie ein wild wogenbes Meer auf und ab. Erreicht diese den Kraterrand, so überfluthet sie denselben und ergießt sich zuweilen pfeilschnell, meistens aber nur langsam als majestätischer Feuerstrom über den Abhang, immer an Breite wachsend, zufällige Abstürze in feurigen Cascaden überspringend, an flacheren Abhängen aufgestaut, rasch erkaltend, in Schollen zerberstend, die oft zu Thürmen aufeinander geschoben, nur langsam sich weiter wälzen, während der frische Nachwuchs, die noch gluthflüssige Unterlage zu ununterbrochenem Weiterbewegen antreibt.

Sehr oft ereignet es sich aber, daß die Dämpfe, die mit ungeheurem Gewichte ihnen entgegenwirkende Lava nicht über den Kraterrand zu heben vermögen, wogegen die Lava sich theils im Grundgebirge, theils im Aufschüttungskegel durch Einsmelzen zwiebelartig ausgebreitet hat und durch ihren Druck die Umhüllung sprengt; dann entstürzt den entstandenen Spalten der zischende und dampfende Lavaström, mitunter wenn die Oeffnung klein und weit unter dem Spiegel der Lavasäule, einem feurigen Springquell gleich.

Mag der Vulkan Lava ergossen haben oder nicht, die Lava kann bis hoch in den Krater gehoben, erstarren, erkalten, die Dämpfe hören auf, der Vulkan ist vorerst erloschen. In vielen Fällen aber sinkt noch lange vor dem völligen Erstarren die Lava zurück, der Aschenkegel stürzt zum Theil nach und der dadurch erweiterte Krater zeigt das Bild eines bald flacheren, bald

tiefern Kesselhals — Einsturzkrater. (Fig. III.) Die Lavakruste im Grunde des Kraters heißt Kraterboden, auf dem sich nicht selten Wasser zu einem oder mehreren Seen sammelt. Dieses Bild zeigte der unter allen am bekannteste Vulkan, der Vesuv bis zum Jahre 79 v. Chr. Niemand vorher erzählt von einer vulkanischen Thätigkeit, mehrfach diente der Kraterboden als Heerlagerstätte. Doch der Vulkan hatte nur geruht. Mit einem Male erschütterten Erdbeben die Gegend, so häufig aber auch so schwach, daß man sich bald daran gewöhnte, sie hörten sogar ganz auf, da plötzlich im Jahre 63 zerstörte ein furchtbares Erdbeben die blühende Stadt Pompeji in wenig Augenblicken. Nach dieser heftigen Katastrophe schien die Kraft erschöpft zu sein, Pompeji war aus den Trümmern wieder herrlich erstanden, da begannen um die Mitte des Jahres 79 schwache Erdbeben, bald zu-, bald abnehmend, bis am 24. August unter unaufhörlichem betäubenden Getöse, markerschütternden unterirdischen Detonationen, heftigen Erdstößen und Bodenrüttelungen der Kraterboden gesprengt wurde. Eine ungeheure an 500 m. dicke schwarze Rauchsäule schoß über 2000 m. hoch empor, breitete sich oben zur ungeheuren Piniengestalt aus, verfinsterte die ganze Umgegend, eine ungeheure Aschenmasse fiel nieder, die Städte Herculaneum, Pompeji und Stabiae waren 4 m. bis über die höchsten Häuser zugeschüttet, Blitz auf Blitz durchzuckte grelleuchtend das rabenschwarze Dunkel, prasselnd folgte Schlag auf Schlag der Donner, wolkenbruchartig stürzte der Regen nieder, der die Asche in einen verheerenden Schlammstrom verwandelte und Herculaneum wie mit Gyps ausgoß, das noch von einem späteren Lavaström überfluthet wurde. Als der Vesuv wieder sichtbar wurde, hatte er eine andere Gestalt! (Fig. IV.) Der nördliche Theil des vorhistorischen Kraterlandes stand noch als wildzackige bogenförmige Felsmauer — die Somma —, der südliche

war fortgesprengt und an seiner Stelle erhob sich, die Somma weit überragend, der neue regelmäßige Schuttkegel mit dem Krater, beide durch ein Ringthal — das Atrio del Cavallo — getrennt, während nach Süd eine ebene Terrasse le Piàne den neuen Eruptionskegel mit dem alten Bergabhang gegen das Meer hin verbindet.

Von dieser Zeit ab blieb der Vulkan zwar Jahrhunderte lang in Ruhe, ja so, daß man ihn als erloschen betrachtete; im XVI. Jahrhundert war er sogar mit üppigem Walde bedeckt und nur einige warme Wasserseen im Atrio erinnerten an seinen Charakter. Doch je länger die Ruhe um so furchtbarer die Wirkung erneuter Thätigkeit, das zeigt die Eruption vom 16. Dec. 1631 nach 500jähriger Ruhe, wo alle Erscheinungen in der großartigsten Weise auftraten, die ausgeschossenen glühenden, meterdicken Bomben die umliegenden Orte in Brand steckten, Aschenfälle die Häuser erdrückten, Lavaströme sich aus dem Krater und aus Seitenspalten wälzten, die jedes Hinderniß überwindend in mehrere, jeder noch über Kilometer breite, Arme getheilt, in weniger als einer Stunde das ungestüm tobende Meer erreichten, sich noch an 200 m. über den Meeresgrund schoben und die schönen Uferstädte Torre del Annunziato, Torre del Greco, Mesina und Portici verwüsteten. Was der Wuth des Vulkans entgangen war, zerstörten die Schlag auf Schlag zur Erde niederfahrenden Kugelblitze, die neben Blitzadblitzen bei vulkanischen Gewittern ungleich häufiger sind als die, die atmosphärischen Gewitter charakterisirenden Flammenblitze.

Unter den neueren Eruptionen sind die vom Mai 1855, wo aus 7 Eruptionskegeln — Bocchen — 27 Tage lang Lava floß, und vom 16. April bis 3. Mai 1872 die bedeutendsten.

Verschwindend klein und niedrig sah am 26. April der dröhnende 1297 m. direct vom Meere aufsteigende Berg unter seiner

enormen an 5000 m. hohen Rauchwolke aus. Sie gestaltete sich zur wunderbar schönen Doppelpinie: die weißen Dämpfe, die den Laven, besonders an ihren vorschreitenden Rändern, wo sie die Vegetation versengten, entstiegen, breiteten sich hoch über dem Besuchgipfel in eine weiße Schichtwolke aus. In der Mitte wurde diese von dem dunklen, senkrecht steigenden Rauch und Dampfstrom der Gipfelkrater durchbrochen, welcher sich erst viel höher, besonders gegen Süden, in schöner Ballenwolke ausbreitete. Die Sonne sank, der Schatten stieg höher an der Dampfsäule empor. Hoch oben strahlte des Berges Wolkentrone ruhig im vollsten Alpenglühn — erst rothgelb vor dem purpurblauen Himmel, dann in immer tieferem Roth. In Purpurfarbe verglommen die letzten Sonnenstrahlen am Gipfel der immer langsam bewegten, quellenden Dampfsäule. Drunten aber, wie das hellere Sonnenlicht wich, glänzte im kaltbläulichen Schatten um so mehr die Gluth, die dem Erdbinnern entstammte. Zuerst war sie an den vorschreitenden Rändern der Lava sichtbar geworden, und über dem Gipfelkrater zeigten die Dämpfe von der inneren Gluth ausgehende helle, strahlenförmige Beleuchtung, die sich mehr und mehr zur starken geraden Feuerssäule entwickelte. Man sah, wie die Lava, alles versengend, vorschritt, die Bäume in Flammen aufschlugen, die Gebäude ausbrannten, man fand nicht festen Fuß vor dem unaufhörlichen Zittern des Bodens, abwechselnd mit einzelnen heftigen Stößen und Schlägen, secundirt von dem betäubenden Donnergebrüll des Berges, während die Lavaströme in heller Rothgluth vom Gipfel bis an den Fuß glänzten.<sup>4)</sup> Doch! die Feder ist zu schwach, die Worte sind zu matt um nur einigermaßen ein Bild dieses erhaben majestätischen, entsetzlich schauerlichen, gräßlich zerstörenden Schauspiels zu entwerfen und wer wollte es gar wagen das gewaltige Bild der Phantasie vorzuzaubern, das den Seefahrer ergreift, der Monate

lang auf der großen Wassermüste des stillen Oceans umhergetrieben wurde, des Nachts der Insel Luzon, der schönsten einer, die keiner anderen an Reichthum und Pracht nachsteht, sich nähert und plötzlich der stets thätige Vulkan Ambil, der, ein Leuchthurm in riesigsten Dimensionen, in der Bai von Manila sich erhebt, ihm den Eingang zur Bucht, die Stadt, die sich amphitheatralisch im Hintergrunde ausbreitet, und die ganze Pracht dieser Inselwelt beleuchtet?<sup>5)</sup>

Es sind nur wenig Vulkane bekannt, die sich in fortwährender Thätigkeit befinden, dahin gehört der nur 900 m. hohe, aber mit 650 m. weitem Krater versehene Stromboli auf einer kleinen Insel zwischen Aetna und Vesuv, der 5215 m. hohe Sangay in Quito u. Viele haben eine lange Zeit der Ruhe, oft völliger jahrelanger Ruhe, ja sogar Jahrzehnte und Jahrhunderte. Der Epomeo auf Ischia ruhte 1400 Jahre vom Jahre 36 und 45 v. Chr. bis 1302. Bei vielen besteht zwischen Ruhe und Eruption ein Zwischenzustand — der Solfatarenzustand —, bei welchem fortwährend aus Spalten und Rissen eben solche wie die, die Eruption begleitenden heiße Dämpfe ausgestoßen werden, die theils mitgebrachte Substanzen als Sublimationen ablagern, theils das durchquellende Gestein metamorphosiren, dahin gehören die berühmte Solfatara bei Puzzuoli in den phlegreäischen Feldern, die der Insel Vulcano, ganze Distrikte in Java, auf Neu-Seeland und viele andere.

Die Dimensionen der Krater sind oft ganz enorme, so hat der vom nur 2270 m. hohen Gunung Tengger auf Java eine Weite von einer Meile und der am Abhang des 4840 m. hohen mit 3000 m. weitem Gipfelkrater versehene Mauna Loa auf Havaii, die Kiraua eine Weite von 4500 m. Dieser Krater fällt in 2 senkrechten Terrassen von 50 m. und innen mit 300 m.

ab, gegen einen ewig fluthenden, in thurm hohen feurigen Wellen aufschlagenden ununterbrochen mächtig qualmenden Lavasee, von dem ein Gebrülle, ein Zischen, Klirren und Knallen ausgeht, das eine erschreckende Höhe erreicht, das schon in Entfernungen gehört wurde, die der vom Aetna bis Hamburg gleich kommen, gegen welches das Getöse aller Dampfmaschinen der Welt, wenn sie vereinigt concertirten nur ein Gelispel sein würde.

So wenig die Weite der Krater im Verhältniß zur Berghöhe steht, so gilt dieses noch viel weniger von der Kratertiefe im Zustande der Ruhe. Oft verwischt sich der Krater so gänzlich, daß der Berg das Aussehen eines Vulkans verliert, wie dieses vom glockenförmigen 5275 m. hohen großen Ararat gilt, während man andererseits an dem prächtig kegelförmigen, schneebedeckten 5425 m. hohen Popocatepetl in Mexiko im 1625 m. weiten Kraterschlund erst in 2600 m. Tiefe den Boden mit den zahllosen, erstickende Schwefeldämpfe ausstoßenden Spalten erblickt.

Die Zahl der Vulkane, welche bis jetzt entdeckt und in historischer Zeit sich thätig zeigten, beträgt nahe 700. Diese Zahl müßte mehrmals vervielfacht werden, wenn man alle die Regel, welche oft nur eine Eruption gehabt, mitunter aber recht ansehnliche Berge bilden, wie die 260 m. relativ hohen Monte Rossi zwischen Catania und dem Hauptkegel des Aetna, die einen großen Vulkan umlagern, mitzählen wollte, da allein der Aetna von mehr als 100, der Xorullo in Mexiko auf seinem Fuße, dem Lava- und Aschenwulst der Malpais, der G. Gelungung auf Java von mehr als 1000 solcher zum Theil an 40 m. hohen Regel umgeben wird. Sie würde noch viel größer sein, könnte man die untermeerischen Ausbrüche zählen, die nur selten zur Beobachtung gelangen und in anderer Art durch Emporheben

einer ungeheuren Wasserfontaine ein prächtiges Schauspiel bieten. Gewöhnlich bedecken bei solchem Ausbruch die aufgeblähten Laven als leichte Bimssteine weithin das Meer. Die ausgespienen Massen glühender Asche und Lava fallen als unheimlicher Schauerregen prasselnd hernieder und bauen allmählig einen Aschenkegel im unruhigen Meere auf. Inmitten dieses Kegels tobt dann die vulkanische Kraft, siedende Wasserstrahlen, von Blitzen durchzuckt, springen fontainenartig gen Himmel. So entstand in 1811 bei der Azoreninsel St. Michel die Insel Sabrina, im Juli 1831 nahe der Ostküste Siciliens die Insel Ferdinandea. Doch, wie hier, so wohl in den meisten Fällen, wenn überhaupt jemals die Aufschüttung den Meerespiegel erreichte, zerstört das Meer den lockeren Aufbau wieder, dessen compactter Lavakern im günstigsten Falle vielleicht bei späteren Ereignissen wie ein Pfropf emporgeschoben wird. So tauchten im submarinen Krater der Santorininselgruppe die Raimeniinseln, bedeckt mit fest gewachsenen Austern und anderen Schalthieren auf und die erneute vulkanische Thätigkeit fand nur durch Klüfte und Spalten des gesprengten Gesteins statt. Solche Lavakerne, deren Aschenkegel längs zerstört, die selbst aus dem durchbrochenen Grundgebirge herausgespült als steile Felsmassen sich präsentiren, die sogar als sehr zähflüssige Masse in, dem Erstarren nahen, unformlichen Schollenhaufen bei spärlicher Gasentwicklung direkt aufgebaut wurden, führen den Namen Dornvulkane (Fig. II.) und wenn für den letzteren Fall die Lava noch fließen konnte, Lavadecken.

Uebersieht man die Vertheilung der Vulkane, so lassen sich die meisten ohne Zwang als in gerad- oder krummlinige Reihen gestellt ansehen, was unzweideutig dafür spricht, daß sie Erhebungen auf Spalten, theils auf dem Kamm der Gebirge, theils demselben oder bei Inseln der Küstencontour des nahen Fest-

landes conform sind. Südamerika hat nicht nur die schönsten Vulkanreihen, sondern zählt auch unter seinen vielen Vulkanen den höchsten auf Erden, nämlich den 7286 m. hohen Aconcagua in der Chilenischen Reihe, sowie den vollkommensten Keel im 5750 m. hohen Cotopaxi in Quito.

Diese höchsten Vulkane der Erde sind selbst unter dem Aequator mit ewigem Schnee bedeckt, ihre Eruptionen finden fast nur aus tieferen Spalten statt, aber unheilverkündend wird der Vulkan, wenn sein Haupt sich schwärzt, wenn die Schneedecke in wenig Stunden schmilzt und eine aus Schneewasser und vulkanischer Asche gebildete Schlammlawine die fruchtbaren Gefilde des Fußes überfluthet. Von Isländischen Vulkanen sind solche Schlammströme bekannt (wie vom Katlögja 1755), die Eisschollen mit haussdicken Felsblöcken beladen, fortwälzten und 20 D.-Meilen überflutheten.

Eine Wassereruption kann sogar vom Vulkan selbst ausgehen, wenn entweder nach langer Ruhe der Krater sich mit Wasser gefüllt hat oder in Höhlen große Wasseraufsammlungen angehäuft sind, die ausgestoßen, als siedend heiße Schlammströme furchtbar verheerend wirken, da sie mit unglaublicher Schnelle herabbrausen und jedes Hinderniß bewältigen. Die meisten Vulkane Java's und viele amerikanischen wirken auf diese Weise und bringen zahllose todte Fische mit, welche die ganze Gegend verpesten. Eine solche Wassereruption hatte auch der große Ararat am 20. Juni 1840. Die in gewaltigen unterirdischen Höhlen aufgespeicherten, hauptsächlich von den Schneemassen des Berges gespeisten Wasser hatten einen Weg zum Vulkanheerd gefunden und wurden von den entwickelten Dämpfen aus Sprengspalten nebst 500 Ctr. schweren, weithin tausenden Felsblöcken unter furchtbarem Getöse und Erdbeben ausgeworfen.

Die Schlammströme, welche von den wollenbruchartigen Regen erzeugt werden, bewirken am Vulkankegel oft eine sehr interessante Formbildung, indem sie durch Auswaschung Furchen hinterlassen, die in der regelmäßigsten Weise direct vom Gipfel zum Fuße verlaufen, hier an Breite und Tiefe immer zunehmen, daß sie zu wahrhaft schauerlichen Schluchten werden, getrennt durch gratförmige Rippen — die *Barancos*.

Besonders ausgezeichnet sind auch hierfür wieder die hohen Vulkane Java's, unter denen der 3360 m. hohe Gunung Sumbing einem halbgeöffneten Regenschirm gleicht.

Diese Furchen sind besonders lehrreich für das Studium des Kegelaufbau's, weit mehr noch aber sind dieses die Explosions- und Einsturzhäler wie z. B. das großartige Val del Bove mit 1000 m. hohen Felswänden am Aetna, wo Hunderte von Schichten theils geflossenen, theils aufgeschütteten gröberen und feineren Materials wechseln, nach allen Richtungen durchsetzt von einer ungeheuren Menge mauerartig hervorragender, weil compacterer, Gesteinsgänge, die Lavaausfüllungen von meist radial-diagonalen Sprengspalten repräsentiren.

Auch am Vesuv wurde am 26. April 1872 früh Morgens in der Richtung nach NW. ein bedeutendes Stück herausgesprengt, dessen Felsen zu 50—100 m. hohen Felshaufen aufgebaut im Atrio liegen. Der Krater erscheint jetzt zweigipflig und die Spalte zeigt den bereits geschilderten Mantelbau in schönster Weise.

## Die vulkanischen Produkte.

Wenden wir uns nun zu einer genaueren Betrachtung der Produkte der vulkanischen Thätigkeit. Diese sind von viererlei Art, nämlich: gas- und dampfförmige, breiartig schlammige, gluthflüssige und feste in verschiedener Form und Größe.

Bereits bei den Erdbeben wurde darauf hingedeutet, daß aus Erdspalten Gase ausströmen. Oft sind die Spalten so fein, daß man sie kaum sieht, allein sie können, wenn das Ausströmen mit größerer Gewalt geschieht, allmählig einen trichterförmigen Krater erzeugen, werfen zerriebene Gesteinspartikel, selbst größere Steine aus und bauen förmliche Eruptionskegel auf. Solche Gaserhalationen treten oft weit entfernt von vulkanischen Eruptionsstellen auf und werden besonders werthvoll, wenn sie eine höhere Temperatur haben, in dem ihre Kanäle erreicht habenden Gebirgswasser suspendirt sind und mit diesem zu Tage kommen — Thermen. Eine besondere Art der Thermen, meistens von intermittirendem Charakter, sind die Geysir, so genannt nach einer der bedeutendsten derselben, welche umgeben von 40—50 kleineren in einer 2 Meilen breiten Ebene südwestlich vom Hellsavulkan, am Rande einer großen Gletschermüste auf Island auftritt.

Aus kieseligen Mineralabsätzen hat der große Geysir einen Kegel von 10 m. Höhe aufgebaut, auf dessen Spitze der 20 m. weite Krater trichterförmig hinabreicht, ein Rohr mit glatten, wie polirten Wänden darstellend. Das Rohr ist für gewöhnlich mit völlig klarem, blaugrünem warmen, ruhigen Wasser gefüllt,

durch welches man bis 25 m. tief hinabsehen kann. Nach mehreren kleineren Eruptionen erfolgt alle 24 — 30 Stunden eine große. Donnergetöse, Bodenerstütterungen, heftiges Aufwallen und Ueberfließen des jetzt kochend heißen Wassers gehen voraus; da schießt plötzlich eine Dampffäule und ein an 3 m. starker Wasserstrahl blitzschnell zu 20, 30, ja 60 m. Höhe empor, dessen niederfallende, blendend weiße Perlen, von neuen zischenden Strahlen getroffen, zu Staub zerfliegen; kleinere Strahlen schleudern die Wasserperlen fächerförmig seitwärts in weiten Bogen umher; nach wenig Minuten verhüllen ungeheure Dampfwolken die Wassergarbe; nur noch ein Stoß, ein dumpfer Schlag aus der Tiefe, dem ein spitzer, alle andern an Höhe übertreffender Strahl, oft von Steinen begleitet, nachfolgt, — die ganze Erscheinung ist wie ein phantastisches Traumbild verschwunden, der Kanal völlig leer.

Im benachbarten Stoddr ist das Wasser im Trichter in beständigem Wallen, die großen Eruptionen finden nur alle 2 — 3 Tage statt. Er entstand 1784 durch ein Erdbeben, während durch ein späteres Erdbeben, 1789, der ehemals durch seinen ungeheuren Lärm berühmte „brüllende Geysir“ auf einen alle 5 Minuten springenden mächtigen Dampfstrahl reducirt wurde.

Noch großartiger wie auf Island, ja so, daß sie die kühnsten Bilder der Phantasie übertreffen, sind diese Erscheinungen auf Neu-Seeland. Hier zählt man über 500 Bezirke erfüllt mit wahren Kochbrunnen. In großen Seen — unter denen der 12 Ml. lange, 10 Ml. breite Taupo-See, 400 Meter über dem Meere, innerhalb eines überaus wilden und schauerlich schönen Labyrinths vulkanischer Regel und Felszacken am berühmtesten — kocht und brodelte es ununterbrochen. Zischend und qualmend schießen an

zahlreichen Stellen mächtige heiße-Wasserfontainen hervor, in zahllosen Terrassen ist der Chalcidonartige Mineralablaß aufgebaut, an denen die jüngeren Abfälle wie mächtige Eiszapfen herabhängen, die abgesprungenen Felsen wie ungeheure Eisschollen zerstreut sind, über die der Abfluß des Sees, der mächtige Waikato in dampfenden Cascaden stürzt. Die ungeheure Dampfquelle Karapiti, die zeitweise Kochsprudel war, wird auf 8 Meilen Entfernung gesehen, der Te tarata endlich, — zwar einer der kleinsten Seen, ein wahrer Krater von fast 30 m. Weite, 25 m. über dem N.D.ende des überall zischenden und kochenden Rotomahamasee's — mit Kieselstinterterrassen wie von Krystallglas und blendend weißem Marmor, ergießt seine ganze, ewig kochende, prächtig blau erscheinende Wassermasse oft plötzlich über die Terrassen und dergl. Wunder mehr.

Eine Zwischenstufe zu den Vulkanen im engeren Sinne stellen nun noch die Schlammvulkane dar. Diese, am meisten in Verbindung mit Gasquellen von brennbaren Gasen, haben die verschiedenste Temperatur, stimmen aber alle darin überein, daß Gase und Wasserdämpfe einen bituminösen Brei wallend und brodelnd emportreiben, der sich zu oft 200 m. hohen Kegeln aufbaut mit Krateröffnung, Ausstoßen von Rauch, Ausflodern von an 100 m. hohen Flammen, Auschießen von Steinen oft bis zu 1000 m. Höhe und Ergießen von Schlammströmen, die oft erstaunliche Bedeckungen bilden und Verheerungen anrichten. Die Eruptionen nach längeren Ruhezeiten, in denen der Krater sich oft mit Naphta füllt, sind mit Donnergetöse, Erdbeben, meilenlangen Spaltenbildungen nicht selten begleitet und nicht weniger furchtbar als die Erscheinungen an so genannten Feuervulkanen. Die meisten Schlammvulkane sind um den Kaukasus, sie bauen selbst Inseln und Landzungen im kaspischen Meere auf; doch auch

Island, Sicilien, Java u. sind reich daran und selbst Deutschland hat einen solchen bei Reichenau in Mähren.

Die Dämpfe, welche den Vulkanen, oft mit so ungeheurer Gewalt und in so kolossaler Menge entströmen, sind überwiegend hochgespannter Wasserdampf, nächstdem gasförmige Salzsäure, Schwefeldampf, Schwefelwasserstoff, Schweflige Säure, Wasserstoff der mitunter als bläuliche, jedoch nur im Krater selbst sichtbare Flamme brennt, Stickstoff und dgl.

Wenn Schwefelwasserstoff und Schweflige Säure im Verhältniß 2 : 1 entstehen, bemerkt man keinen der beiden Stoffe, da sie sich völlig zerlegen und an kälteren Stellen filzige Schwefelüberzüge bilden, während der Schwefeldampf in demantglänzenden Krystallen sich als Schwefelkrusten absetzt. Außer diesen Stoffen, die entweder direkt oder durch chemische Zerlegung aus der Gasform in feste Gestalt übergehen, bringt der Wasserdampf selbst, im Verein mit der Salzsäure, noch eine Menge Stoffe in Gasform mit, Stoffe die wir zum Theil rückwärts mit allen Mitteln der Chemie nicht wieder in Gasgestalt verwandeln können, da uns das Hauptagens — der Druck — nicht zu Gebote steht, und lagert sie in Spalten und Höhlungen als brillante Krystalle oder Ueberzüge ab — Sublimationen —.

Zu den ersteren gehören die aus den Eisenamidverbindungen hervorgehenden metallisch bunt schillernden Farbenspiegel, prächtig grüne Ueberzüge von Chlorkupfer, Absätze von Chloreisen, woraus durch spätere Wechsellagerung mit Wasserdampf die weltberühmten Eisenglanztafeln entstehen, ferner Augit, Leucit, Scaudin und viele andere, ja selbst Kieselsäure in reinster Form als Tridymit; zu den letzteren die oft enormen, einem Schmelz gleichen, Krusten von Kochsalz, mit allen Nebenbestandtheilen, wie es nur das Seesalz liefert, seltener Salmiak. Meistens wird das Kochsalz

durch die, die Eruption begleitenden Regengüsse sehr rasch wieder abgespült, doch giebt es auch Fälle genug, wo die den Vulkan umwohnenden Bewohner dasselbe reichlich einsammeln.

Die wichtigsten Eruptionsprodukte sind unstreitig die Laven. Die Lava ist es, welche als eine feurige Breimasse in verschiedener Consistenz, bald dünnflüssig, bald zähflüssig, durch die Kraft der Dämpfe im Krater bis über dessen Rand gehoben, sich als wahrer Feuerstrom über den Abhang wälzt oder sich seitwärts durchschmilzt oder, zu schwer für die hebende Kraft, in Sprengspalten des Berges ein- und durchdringt. Lava ist durch hochgespannten Dampf unter ungeheurem Drucke und bei unbekannter Temperatur geschmolzenes Gestein, so genanntes Silicatgestein, da die Kieselsäure eine wesentliche Rolle darin spielt. Ausgeflossen erkaltet sie sehr rasch und zeigt, zwar glühend und fließend, nur noch eine Temperatur von 8—900° R., doch ist die Wärmeleitung so gering, daß man über die erstarrte Kruste gehen kann, während aus allen Rissen die Gluth noch hervorleuchtet, ja mitunter nach Jahren ein Lavaström nicht erkaltet ist.

Wenn die Lava gleichzeitig mit den Dämpfen austritt, schließt sie von letzteren noch eine enorme Menge ein, die bald energisch, bald ruhig entweichend, eine rasche Erkaltung, dabei aber auch ein Zerbersten und Sprengen bewirken, so daß die Massen fast direkt aus dem flüssigen in den spröden Zustand übergegangen, Schlacken von rauher, zerfekter, wildackiger Oberfläche bilden, welche als unförmliche, oft zu scharfkantigem Grus zerberstende Schollen sich mit flirrendem Geräusch übereinanderstieben — Schollenlava —. Anfangs in dichten Qualm eingehüllt, der allmählig nachläßt, oft scheinbar ganz verschwindet, entwickeln sich plötzlich wieder die letzten Reste der noch einge-

schlossenen Dämpfe aus den gänzlich erkalteten Schollen, Trümmerhaufen und Schollentegele — Fumarolen —.

Wenn dagegen die Dämpfe sich schon im Krater gesondert haben oder aus dem Krater austreten, die Lava aber aus Seitenspalten quillt, ist sie zähe, fließt langsam, bildet zusammengeschoebene, gerunzelte, strickförmig gedrehte Massen mit glasiger Erstarrungskruste, aus deren Rissen sich immer neue rothglühende wurst- und seilförmig windende Massen durcharbeiten. Mit metallischem Klange schieben sich die erstarrten, oft breitgedrückten, oft hochgebäumten Wülste wie ein Eisgang über einander — Gekröslava. — Mineralogisch betrachtet stellt die erstarrte Lava ein Gestein dar aus verschiedenen meistens sehr gut ausgebildeten Mineralien gebildet, die entweder durch den gegenseitigen Druck zusammengehalten oder durch eine mehr oder weniger glasige Masse verkittet werden. Oft erscheint die Lava dem bloßen Auge gänzlich homogen, erst die mikroskopische Untersuchung von — zur Durchsichtigkeit geschliffenen, weit unter Papierdünne messenden — Blättchen lehrt die angedeutete Zusammensetzung kennen. (Fig. V.—VII.) Doch sind diese Laven nicht selten gespickt mit größeren leicht sichtbaren, oft sogar sehr großen Krystallen und auch hier giebt das Mikroskop wichtige Aufschlüsse. Als die Lava ausfloß, enthielt sie diese Mineralien bereits fertig gebildet und zwar gebildet in großer Kratertiefe, als der Druck noch eine enorme Zusammenpressung bewirkte wie z. B. die in solchen Krystallen oft massenhaft eingeschlossenen Partikel liquider Kohlenensäure beweisen, die unzweideutig redenden Zeugen von einem über 80 Atmosphären betragenden Drucke.

Die Aschenauswürfe sind nichts anderes als Auswürfe in Staub zermalnter ganz- oder halbglassiger, wegen der feinen Zerteilung sehr rasch erstarrter Lava; Rapillis: größere Lava-

tropfen, Bomben: Lavasegen, die theils in der Luft sich krümmen, wenden und ballen, theils noch teigartig aufschlagen und sich platt drücken. Sie erreichen oft enorme Dimensionen, fliegen so hoch und weit, daß man die Kraft, mit der sie ausgeschleudert wurden, mindestens als die einer 24pfündigen Kanonenkugel berechnen konnte. So hat der gigantische Cotopaxi im Jahre 1533 Felsstücke von 3 m. Dicke bis 900 m. hoch und über 3 Meilen weit geworfen.

Selbst die feine Asche fliegt oft enorm hoch und weit, so z. B. fiel die vom Cosaguina in Nicaragua 1835 erst in 1100 Meilen Entfernung nieder. Für die Präexistenz fertiger Krystalle im Krater spricht außer dem Angeführten auch noch, daß oft ganze Aschenregen nur Regen zierlicher Krystalle sind und zwar eine gewisse Gattung so vorherrschend, daß man von Augit-, Leucitregen und dgl. sprechen kann; dabei ist besonders interessant, daß der Vulkan mitunter die großen Krystalle alle lose ausschleudert und die nachfließende Lava nur kleinere derselben Gattung enthält.

Das mikroskopische Studium der Lavengesteine hat uns noch mehr gelehrt als bereits angegeben. Wir wissen nicht nur, welche Mineralien bereits fertig gebildet waren, wir sehen auch, in welcher Folge sie entstanden sind, eine Folge die oft gerade die umgekehrte ist, als man vermuthen sollte, wenn man den Hitzeegrad beachtet, bei dem wir ein Mineral für sich zu schmelzen vermögen. Noch mehr! wir sehen die später gebildeten Mineralien so vertheilt wie die Fische in einem Bache vor jedem größeren (träger beweglichen) Krystall aufgestaut, denselben in Schaaren und Flammen umfließend, wir erkennen die letzten Mineralbildungen im Schmelzfluß, wir erkennen, wenn eine Masse, die ein bestimmt charakteristisches Mineral hätte bilden können, vor dem krystallrechten Zusammenbringen seiner Atome,

erstarrte, gleichsam im halbfertigen Zustande verharren mußte, wir sehen ein glasiges Residuum, welches der Mutterlauge gleich als Kitt die fertigen Mineralien verbindet, mit einem Worte: wir lesen die ganze Bildungs-geschichte aus dem starren Gesteine.

Je nach dem Flüssigkeitsgrade, den die Lava an und für sich hatte und je nach den Abkühlungsverhältnissen finden wir Laven theils als ganz oder nahezu vollkommene Gläser (Obsidian, Tachylit), theils nur mit einem Anfang der Krystallbildung (Pechsteine, Perlite u.), theils steinig dicht (Aphanite) dabei oft porphyrisch, theils deutlich krystallinisch (Anamestite), theils endlich bei recht langsamer Erstarrung aus großen Krystallen gleichberechtigt zusammengesetzt (Dolerite). Die von Dämpfen aufgeblähten Laven sind oft äußerst schwammartig, drufig und leicht (Bimssteine), oft nur großzellig und befähigen das Gestein, daß in späterer Zeit die Auslaugungs- und Neubildungsprodukte in den Cavernen sich anhegen — Mandelsteine —

Nach der Mineralzusammensetzung und dem chemischen Elementarcharakter zerfallen die Laven in Kieselsäurearme oder augitische, sogenannte basische — die Basalte u. —, oder Kieselsäure-reiche oder saure — die Trachyte u. — und Zwischenglieder — die Phonolithe u. —.

Das mikroskopische Studium der Gesteine verbunden mit mikrochemischen Untersuchungen u. hat uns noch mehr gelehrt. Dasselbe, erst seit kaum einem Decennium gepflegt, hat uns bereits eine Menge von Umwandlungsvorgängen im Mineralreich gelehrt. Wir kennen bereits eine Menge von Mineralien in den verschiedensten Zersetzungsphasen, wir kennen von vielen bereits die Art und Weise, den Verlauf der Umwandlung, wir wissen, daß eine Menge von besonders benannten Mineralien und

Gesteinen nur gewisse Umwandlungen aus anderen sind, die lediglich auf Rechnung der Zeit kommen, wir wissen jetzt mit Bestimmtheit und damit ist ein fast ein Jahrhundert alter Streit zu Grabe getragen, daß Vulkane und deren Produkte kein Vorzug der Neuzeit, sondern daß sie so alt wie die Erde selbst sind. Höchstwahrscheinlich existirten schon Menschen auf der Erde, als der Kammerbühl bei Eger aus einem Landsee auftauchte, die zahlreichen Vulkane der Eifel tobten, Explosions- und Einsturztessel sich bildeten, die jetzt mit Sümpfen und Maaren gefüllt, oder Seen wie den idyllischen Laacher See aufnahmen, die noch zahlreicheren stolzen Vulkane der Auvergne, der Euganeen u. thätig waren, von deren Thätigkeit nur das letzte Stadium, die Kohlensäureerhalationen „die Mofetten“ resultirten.

Wir dürfen getrost weiter zurückgehen. Die Basalte, Phonolithe und Trachyte der Tertiärzeit, in der Europa so wesentlich andere Vertheilung von Land und Meer hatte als jetzt, sind Lavestöcke, nicht nur durch Abwaschung ihrer Schuttkegelkronen entkleidet, sondern oft noch weit aus dem Grundgebirge — weil widerstandsfähiger — herausgewaschen, weshalb sie auch so kühn emporragen und einen so stolzen Schmuck unserer Gegend verleihen. Sogenannte Dombulkane, Lavadecken und Gänge sind uns in ihnen bloß gelegt. Wir haben in vielen Basaltterritorien noch Ueberreste des Vulcanismus genug: Krater — (Cube in der Rhön; der jetzt mit Hochmoor gefüllte des Oberwald im Vogelsberg u.) — Schlacken, blasig schaumige Massen, Schuttkegel, wie der Aspenkippel bei Glimbach im nördlichen Vogelsberg, die im Kraterschlunde langsam erstarrt gewesenen, auf der Lava emporschwimmenden grobkrySTALLISCHEN Blöcke von Dolerit wie auf dem Plateau des Meißner, dem Habichtswald, der Breitfirscht u., die so prächtige Gliederung in Säulen und Pfeiler

nach den Abkühlungsgesetzen radial gestellt gegen die Oberfläche des Zwiebelstocks, hohle Kegelschalen in denen heute noch Kohlensäure ausströmt, wie am Scharfenstein bei Gudensberg, oder mit Wasser gefüllte schlotförmige sehr tiefe Kraterschlünde wie an der Häufkuppe bei Hersfeld u. Gewisse, zufällig in das Lavamagma gerathene fremde Gesteinsstücke zeigen alle Merkmale einer Durchdringung hochgespannter Dämpfe, nachheriger Schmelzung, Neubildung von Mineralien u. gerade wie die von jetzigen Vulkanen ausgeworfenen. Wir gehen noch weiter: Die Diorite, Diabase, Melaphyre u. sind vortertiäre Basalte, die Porphyre alte Trachyte; ein Gestein, welches größtentheils im Schooße der Erde stecken blieb, das als Olivinbomben vom Basalte oft massenhaft mitgebracht wurde, war auch seiner Zeit eruptiv, wurde aber seiner äußeren Ähnlichkeit wegen mit Melaphyr u. verwechselt. Wir finden es aus tertiärer Zeit frisch bei Johnsdorf in Sachsen, aus der Kreidezeit als Pikrit in Ungarn, dann aus älterer Zeit in Nassau und den Nahegegenden, als Herzolith in den Pyrenäen, als Dunit auf Neu-Seeland, kurz als mehr oder weniger veränderter Olivinfels und im letzten Stadium der Metamorphose: als Serpentin.

Das mikroskopische Gesteinsstudium lehrt uns nun aber nicht allein das Entstehen und Vergehen der Mineralien in den Gesteinen kennen und danach deren verschiedenen Charakter richtig beurtheilen, es zeigt uns auch, was bei Auslaugungen aus den Auslaugungsprodukten wird und wo sie hinkommen. Die so äußerst technisch werthvollen Osteolith- und Phosphoritlager können direkt aus dem Apotitgehalt der Basalte und Diabase, die Nickelergänge der Dillenburger Gegend aus dem Olivinfels, die Eisensteingänge Nassau's und Westfalens aus dem Magnetitgehalt der Diabase, die Kaolinlager aus Porphyren und Trachyten, die

lokalen Thonlager und dergl. als Zerlegungen von Basalten zc. abgeleitet und Schritt vor Schritt nachgewiesen werden. —

Wenn auch die Aschenauffschüttungen der vorhistorischen Vulkanane größtentheils längst verschwunden sind, die unterseeischen dagegen haben wir noch vielorts in den mächtigen wohlgeschichteten Luff- und Conglomeratablagerungen, und der Vergleich ihrer Mächtigkeit zu den compacten Lavastöcken zeigt uns dort wie noch heute aus der weit überwiegenden Masse der ersteren, daß die schleudernde Kraft ungleich mehr zertrümmertes Material zu Tage förderte als im Lavenzustand erstarrte.

Was die Menge der ausgeflossenen Lava betrifft, so wissen wir zwar, daß 1669 der Aetna eine Lavapluth ergoß, die die Mauern von Catania überstieg und sich weit in das zischend aufbrausende Meer schob, dort jetzt ein felsiges Vorgebirge bildend, daß der Vulkan von Bourbon 1787 eine Lavamasse von 900 Mill. Kubikmeter lieferte, daß das größte neuere Lavafeld auf Island 20 m. mächtig 110 Q.-M. bedeckt, allein die vorhistorischen Basalte haben noch weit mehr geleistet, das Basaltplateau von Decan ist eine zusammenhängende in Terrassen aufgebaute Decke von 2000 Q.-M. Die letzte Vesuv-Eruption lieferte circa 20 Mill. Kubikm. in 4 Meter durchschnittlicher Dicke. Die Menge der Basaltdurchbrüche im Westerwald, in Böhmen, der Lausitz ist eine enorm große. Welch lange Zeiträume müssen noch vergehen, bevor vielleicht Tausende von Lavastöcken, die in der Tiefe der Erde stecken geblieben sind, von denen wir jetzt höchstens Gaserhalationen kennen, nach allmählicher Hebung und Abspülung des Landes als Dombullane freigelegt, der Gegend das Gepräge unserer kuppenreichen Basaltterritorien verleihen?

Endlich lehrt uns die mikroskopische Untersuchung noch eins.

Das allgemeine Gepräge der Laven, Basalte u. wurde oben angegeben. An einem Eruptionspunkt zeigen sich, selbst von Laven verschiedener Zeit, geringe Unterschiede, allein die Laven sehr naher Vulkane sind oft sehr verschieden. Von Tausenden kann man das mikroskopische Bild, die Anordnung der Gesteinsbildenden Mineralien vergleichen und — man findet keine Uebereinstimmung<sup>6)</sup> — man kann mit Bestimmtheit schließen: die Vulkane sind jetzt und waren auch früher allgemeine und über die ganze Erde verbreitete Erscheinungen, allein fast jeder Vulkan ist unabhängig vom anderen, es existirt kein allen gemeinsamer Eruptionsheerd; wogegen Heerde ähnlichen Charakters gleichsam als Rudimente ehemaliger Kugelschalen neben einander, Heerde verschiedenen Charakters übereinander existiren mögen.

Was, wird man fragen, sind nun aber die Vulkane, welche Erklärung tritt an die Stelle der so poetisch großartig klingenden die Humboldt gab „Die vulkanischen Erscheinungen sind die Reaktionen des gluthflüssigen Erdkerns gegen die Oberfläche“?

Ehe wir die Antwort geben, müssen wir noch einiger Zweifel gedenken, die sich schon leicht gegen Humboldt's Ausspruch aufdrängen, auch ohne die Resultate unserer neuesten Forschung zu kennen, ohne die sorgfältigsten am Kraterrande gemachten Beobachtungen zu berücksichtigen.

Wenn die Erde einen gluthflüssigen Kern hat, der innerhalb der Erdkruste in Ebbe und Fluth, wie das oberflächliche Meer wallt, weshalb steigt die Lava im 3300 m. hohen Aetna, im 1300 m. hohen Vesuv auf, wo sie in Letzterem bis zum Meerespiegel der hebenden Kraft allein einen zu überwindenden Druck von über 300 Atmosphären bietet und fließt nicht auf bequemerem Wege im Stromboli stets über? geschweige einen Vergleich

zwischen unseren Vulkanriesen und dem fast 2 Meilen tiefer liegenden Meeresgrund anzustellen!

Warum sucht die Lava unter den schrecklichsten Erdtrümpfen emporzukommen, während bequeme, ewig offene Kanäle oft in der Nähe sind?

Oder ist vom tiefsten Grunde des Meeres bis zum flüssigen Erdkern genau so weit, wie von der Spitze des höchsten Vulkans bis dahin? Für Letzteres haben wir gerade so viel und so wenig Beweis wie für Humboldt's Hypothese.

Wollen wir nun eine Erklärung der vulkanischen Erscheinungen geben, so muß besonders betont werden, daß dieselbe nur als ein Versuch aufzufassen ist.

Gewig unnahbar und verschlossen bleibt uns zwar der Erde Schooß, doch haben wir zwei Thatfachen, die uns Kunde bringen aus der Tiefe, nämlich das hohe specifische Gewicht (5,6) und die hohe Temperatur. Wir können für die mittlere Dichtigkeit der Erdkruste die Zahl 2,5 setzen und müssen nach dem hohen specifischen Gewicht, welches die gesammte Erde hat, schließen, daß im Erdkern schwere Massen mehr zusammengedrängt sind, daß der Erdkern vielleicht im Wesentlichen aus Magnesia-Silicaten und gediegenem Eisen besteht, was eine Analogie mit den Meteoriten gäbe, die sonst zwischen der Erdrinde und diesen himmlischen Körpern fast ganz fehlt.

Die Temperatur anlangend, wissen wir, daß die Wärme mit der Tiefe wächst und zwar im Mittel auf je 30 m. um 1 Grad. Hiernach würde in einer Tiefe von 9 Meilen eine Temperatur von 2000° herrschen.

Allein zum Geschmolzensein der Lava bedarf es weder dieser hohen Temperatur, noch läßt das Spiel einer arbeitenden Bocca den Vulkanheerd in so große Tiefen hinabgerückt vermuthen,

dann endlich liegen gründliche Forschungen vor, auf Grund deren in einer Tiefe von 9 Meilen noch lange nicht die starre Erdkruste durchsunken, beziehungsweise der vermeintliche feuerflüssige Erdkern erreicht ist.

Wir haben im Druck eine jedem irdischen Moleküle inwohnende Kraft, durch deren Summirung unzweifelhaft das Ungeahnteste geleistet wird, wir haben bei allen vulkanischen Erscheinungen als hebende und schleudernde Kraft die Expansion des Wasserdampfes, wir geben mithin die Erklärung „die Vulkane sind eine Art intermittirender Quellen, sie sind Dampfquellen.“

Das Wasser ist in ewigem Kreislaufe auf der Erde. Es steigt dampfförmig empor, verdichtet sich und fällt als Regen nieder, durchdringt selbst das dichteste Gestein und sinkt in unmeßbare Tiefen hinab, es füllt Spalten, bildet Spalten durch Auslaugung und füllt Spalten durch Absatz der Auslaugungsproducte. An Höhlen über und neben einander ist nirgendes Mangel; durch die enormen Aufrichtungen der Sedimentschichten zu vielen Tausend Meter hohen Gebirgen mußten sie entstehen; an Einstürzen und Abbrüchen, Bildung neuer Höhlen, Bildung neuer Communicationen, Verstopfung oder Verlegung alter kann es nicht fehlen und alles dieses ist lediglich Wirkung des Drucks und der auflösenden Kraft des alles durchdringenden Wassers.

Wie viel mehr muß sich die auflösende Kraft im Bunde mit der höheren Temperatur unter der Last des Drucks steigern, wie viel anders muß die chemische Thätigkeit in der Tiefe wirken als in unseren Laboratorien? Wir sind gezwungen es zu glauben, die vulkanischen Erscheinungen, die Sublimationen, die Bildungsgeschichte der Mineralien in den Raren macht es zur Gewißheit.

Sehen wir uns weiter um!

Die Vulkane nehmen ihr Wasser durch Spalten direkt aus dem Meere, die Sublimationen der oft enormen Salzkrusten, — und dies ist doch das wenigste, was uns sichtbar wird, wie ungleich viel mehr reißt der Dampf mit fort! — das Auftreten der Salzsäure als Zerlegungsprodukt sprechen dafür. — Die heißen Quellen sind Heronsbrunnen im großartigsten Maßstabe. Ihre Kanäle stehen jedenfalls, vielleicht oft in großer Entfernung und Tiefe in Verbindung mit gewölbartigen Höhlen. Das Wasser sammelt sich in den Höhlen, verschließt den Schlot, während die sich entwickelnden Dämpfe in der Gewölbkuppe so lange zusammengedrückt werden, bis sie die ganze, unterdeß selbst siedend gewordene Wassermasse emportreiben und das Becken leeren.

Die Schlammvulkane sind Vulkane, bei denen die flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffverbindungen eine wesentliche Rolle spielen, die einer ganz besonderen Beschaffenheit des Bodens und einer besonderen chemischen Thätigkeit ihre Entwicklung verdanken, bei denen die Wärme wohl eine nur untergeordnete Rolle spielt. Daß übrigens auch sie ihren Heerd in großer Tiefe haben, beweisen die die Eruptionen begleitenden Phänomene, die Wechselwirkungen von Druck und Expansion.

Die atmosphärischen Wasser, welche in den Boden bringen, nehmen Gase mit und finden Gase vor, die aus chemischen Zersetzungen hervorgehen, mag die chemische Action nun in der mineralogisch-chemischen Natur der vom Wasser erreichten, von vulkanischen Produkten gänzlich unabhängigen Gesteine begründet sein oder mögen die Gase, wie namentlich die Kohlensäure, als letztes Stadium vulkanischer Thätigkeit auftreten. Das Wasser steigt als Thermen durch die Expansion der Gase empor, und auch hier wird die höhere Lösungskraft des Wassers unter Druck und Wärme vielfach bekundet.

Die gewöhnlichen Quellen endlich folgen einfach den hydrostatischen Gesetzen in einfachster Form. Doch können auch für sie neue unterirdische Wege durch Erdbeben oder vulkanische Erscheinungen gebahnt werden, durch welche sie vorübergehend oder dauernd in Thermen verwandelt werden. So sehen wir von den Feuervulkanen bis zu den gewöhnlichen Quellen herab eine fast continuirliche Reihe.

Wenn wir nun zum Schlusse nochmals zu den Erdbeben zurückkehren, so haben wir bei ihnen durchaus, abgesehen von denjenigen Bodenerschütterungen die von plötzlichen Einstürzen, durch Unterwaschung und dergl. aus dem Gleichgewicht gekommener Gesteinsmassen herrühren, gleichsam den Versuch zu der im Vulkan beschriebenen Dampfqueillbildung zu erblicken. Die in unterirdischen Höhlen angesammelten Dämpfe detoniren, es erfolgt ein Stoß, mehrere Stöße, es wird jahrelang gerüttelt, bald hier, bald dort, die Dämpfe finden einen Ausweg und die Ruhe ist wieder hergestellt, oder aber, die Dämpfe können nicht detoniren, sie drücken aber continuirlich, sie bewirken die langsamen Hebungen, denen andernorts Senkungen die Hand bieten.

Nach dieser Auffassung dürfte auch — wenn wir uns Erdbebenherde und Vulkanherde neben und übereinander denken und für beide vorerst Nebenumstände voraussetzen, deren Charakter sich jeder muthmaßlichen Annahme entzieht — das offenbare Räthsel nicht mehr so befremdend erscheinen, daß in vulkanischen Gegenden Erdbeben gänzlich unabhängig von den Vulkanen auftreten. Nur ein Zusammenhang bleibt und das ist der, daß die gemeinsame Ursache zu Grunde liegt, nämlich — Druck und Expansion.

Trotzdem wir unser Resultat den gefahrdrohendsten Beobachtungen, den mühsamsten Untersuchungen, den Erfahrungen und vorurtheilsfreien Folgerungen abgewonnen haben, ist es immer

nur noch eine Hypothese. Sehr vieles ist uns noch ein Räthsel, Vieles wird uns ewig verschlossen bleiben.

Wir haben nur noch eine Zuflucht, die uns manches klar stellen dürfte, diese liegt im Experiment. Bis jetzt ist es gelungen, durch Erstarrenlassen von mit Wasser unter einem Druck von 2—3 Atmosphären bei der, dieser Dampfspannung entsprechenden Temperatur von 128° C., geschmolzenem Schwefel alle äußeren Erscheinungen der Vulkane auf das Täuschendste (außer der Feuererscheinung) nachzuahmen; es wird auch gelingen aus der Mischung der einfachsten Mineralverbindungen mit den die Vulkane begleitenden flüchtigen Stoffen und Wasser unter hohem Druck und Temperatur Lava zu erzeugen. Eine trockne Schmelzung, wie der Hochofen die Schlacken liefert, wird das nie leisten.

Hiermit hoffe ich in gedrängten Zügen das Wesentlichste mitgetheilt zu haben, was die großartigen Erscheinungen der Erdbeben und Vulkane charakterisirt, ihren hervorragenden Antheil an der Bildung und Umbildung der Erdoberfläche betrifft.

Um den Ursprung dieser Erscheinungen zu deuten, mußten wir die Erklärung eines der größten und begabtesten Naturforscher durchaus fallen lassen, wir setzten eine andere an ihre Stelle. Ob sie erschöpfend ist, wer wollte das glauben? Wir dürfen es nicht, wir machen damit nur einen Abschluß in unserer seitherigen Erkenntniß, wir glauben aber um so stärker an einen Fortschritt in der Erkenntniß der Wahrheit. Und damit gewinnen wir ein Zeichen, an dem man den wahren Naturforscher erkennen kann und soll: daß er nie müde werde in dem Streben nach Wahrheit und nie feige in dem Bekennen der Wahrheit. Halten wir immer daran fest; dann werden wir den Namen verdienen, den der alte Linné dem Menschen gegeben hat: *Homo sapiens*. Sonst müßten wir von ihm sagen: *Homo credulus*.<sup>7)</sup>

## Anmerkungen.

<sup>1)</sup> Dem vorliegenden Vortrage gieng der vom Docenten der Chemie über Kohle und der vom Docenten des Maschinenwesens über Verwendung der Dampfkraft voraus, daher die Einflechtung in der Einleitung.

<sup>2)</sup> Die Säulen des Tempels von Syratuz, in einer gewissen Höhe von Muscheln angebohrt, dienen als Beweis einer Senkung unter den Meerespiegel, längeren Verharrens unter demselben und späterer Hebung.

<sup>3)</sup> Aus K. v. Seebach's gründlicher Bearbeitung des Erdbehens vom 6. März 1872.

<sup>4)</sup> Auszug aus A. Heim's vortrefflicher, auf Autopsie beruhender Schilderung. Abgedruckt in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft Band XXV.

<sup>5)</sup> Diese Stelle, wie viele andere Daten aus dem hervorragenden Werke „Die vulkanischen Erscheinungen u.“ von E. W. G. Fuchs.

<sup>6)</sup> Ich darf mir wohl erlauben bescheiden mitzutheilen, daß ich diesen Ausdruck durch meine Sammlung selbst hergestellter und untersuchter Dünnschliffe, der ich den Namen Leptotribodiarium (Sammlung vermittelt Dünnschleifens hergestellter durchsichtiger Steine) beilegen möchte, rechtfertigen kann, da meine Sammlung über 4000 Basalte, 700 Phonolithen, 400 Trachyte, 300 neuere Lavas und nahe 2000 ältere Eruptiv-, Einschlußgesteine, Umwandlungsstadien, Hohofenschlacken u. enthält.

<sup>7)</sup> Schlußworte der geistvollen Rede R. Virchow's auf der Naturforscherversammlung zu Wiesbaden den 22. Sept. 1873.

Der Vortrag wurde illustriert durch eine große Anzahl in sehr großem Maßstabe ausgeführter colorirter Zeichnungen, sehr vieler mikroskopischer Dünnschliffzeichnungen, mehrer mit Durchschnittsebenen getheilter Modelle und charakteristischer Belegstücke der vulkanischen Produkte.

### Erklärung der Figurentafel.

- Fig. I—IV. Schematische Darstellung (in Durchschnitten) von Vulkanbergen.
- Fig. I. Erloschener einfacher Vulkan. a, Eruptionskanal im Grundgebirge b; c, Aufschüttungskegel aus Asche, Lapilli, Schlacken u.; d, Krater; e, erstarrte Lava.
- Fig. II. Dombulkan (durch punktirte Linien ist die ehemalige, jetzt entführte lose Aufschüttungsmasse angedeutet).
- Fig. III. Einsturzkrater. Der Vesuv vor dem Jahr 79. (Somma, Maar zum Theil, Ringwallbildung.)
- Fig. IV. Thätiger Vulkan. Der Vesuv in seiner jetzigen Gestalt. c, e, Reste von früher; g, jetziger Eruptionskegel mit dem Laventern f; a, Somma; b, Atrio del Cavallo; y, le Piane.
- Fig. V u. VI. Dünnschliffzeichnungen in mikroskopischer Vergrößerung.
- Fig. V. Schematische Darstellung der Basaltreihe. a, Tachylyt, oben Säsebühl, unten Bobenhausen. b, Basalt, oben Feldspath, in der Mitte Nephelin, unten Leucitbasalt. c, Dolerit, den vorigen entsprechend.
- Fig. VI. Schematische Darstellung der Trachyteihe. a, oben Perlit von Telkibanya, unten Pechstein v. Zwidau. b, oben Obsidian von Mexiko und Aran, unten Pechstein von Catajo. c, Trachyt.
- Fig. VII. Roseanphanolith, oben mit Sanidin-Nephelin, unten mit Leucit-Nephelinsubstanz.

Hest 205. **Döhler** (Brandenburg), Entstehung und Entwicklung der religiösen Kunst bei den Griechen. 10 Sgr.

Es werden in derselben, vorbehaltlich etwaiger Abänderungen im Einzelnen, nach und nach erscheinen:

**Liebreich** (Berlin), Ueber Dion.

**Any** (Berlin), Das Pflanzenleben des Meeres.

**v. Martens** (Berlin), Purpur und Perlen.

**Wernher** (Gießen), Die Armen- und Krankenpflege der geistlichen Ritterorden in früherer Zeit.

**Kammerer** (Nürnberg), Ueber Stickstoff.

**Dannehl** (Sangerhausen), Ueber niederdeutsche Sprache und Literatur.

**Boll** (Rom). Ueber elektrische Fische.

**Hirsche** (Hamburg), Thomas von Kempen, der Verfasser der „Nachfolge Christi“.

**Salkowski** (Berlin), Ueber das Fleisch als Nahrungsmittel.

**Baron** (Berlin), Das Heirathen in alten und neuen Gesetzen.

**v. Boguslawski** (Berlin), Die neueren Ergebnisse der Forschungen über Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteoriten.

**v. Holzendorff** (München), Der internationale Gefängnißcongreß und die Gefängnißsysteme.

**v. Oppolzer** (Wien), Die Bedeutung der europäischen Gradmessung.

**Cramer** (Mülheim a. Rhein), Despotismus und Volkskraft. Eine Goethische Confession.

**Möller** (Königsberg i. Pr.), Ueber das Salz in seiner culturgeschichtlichen und naturwissenschaftlichen Bedeutung.

Die früheren Serien I—VIII. (Hest 1—192) sind nach wie vor complet brochirt à 4 Thlr., complet gebunden à 4 Thlr 20 Sgr. durch jede Buchhandlung zu beziehen. Bestellungen auf den laufenden Jahrgang nimmt jede Buchhandlung und Postanstalt entgegen. Um neu hinzutretenden Abonnenten eine allmähliche Anschaffung derselben zu erleichtern, läßt die Verlagsbuchhandlung den Abonnementspreis von 5 Sgr. für jedes Hest schon bei jedesmaliger Entnahme von 6 Hesten der früheren Serien I—VIII. nach folgendem Modus eintreten:

Es sind für je 1 Thlr. zu beziehen aus:

Serie I.: Hest 1—6; 7—12; 13—18; 19—24. — Serie II.: Hest 25—30; 31—36; 37—42; 43—48. — Serie III.: Hest 49—54; 55—60; 61—66; 67—72. — Serie IV.: Hest 73—78; 79—84; 85—90; 91—96. — Serie V.: Hest 97—102; 103—108; 109—114; 115—120. — Serie VI.: Hest 121—126; 127—132; 133—138; 139—144. — Serie VII.: Hest 145—150; 151—156; 157—162; 163—168. — Serie VIII.: Hest 169—174; 175—180; 181—186; 187—192.

Genauere Prospekte nebst Inhaltsverzeichnis der bisher erschienenen Heste sind durch jede Buchhandlung zu beziehen. —

In demselben Verlage erscheint für 1874:



## Deutsche Zeit- und Streit-Fragen.

Flugschriften zur Kenntniss der Gegenwart.

Herausgegeben

von

**Fr. v. Holzendorff und W. Duden.**

Jahrgang III. 1874. Heft 33—48 umfassend.

Im Abonnement jedes Heft nur 7½ Sgr.

In dem neuen dritten Jahrgang sind bereits erschienen:

- Heft 33. **Goetbeer**, Geh. Reg.-Rath Dr. Adolf (Göttingen), Die fünf Milliarden. Betrachtungen über die Folgen der großen Kriegsschädigung für die Verhältnisse Frankreichs und Deutschlands. 12 Sgr.
- " 34. **Gesse**, F. G., Geh. Kirchenrath, Prof. Dr. (Gießen), Der Felsen Petri — kein Felsen. 10 Sgr.
- " 35. **Gierke**, Prof. Dr. (Breslau), Das alte und das neue deutsche Kaiserreich. 10 Sgr.
- " 36. **Pfleiderer**, Prof. Dr. Werner (Kiel), Ueber Kosmopolitismus und Patriotismus. 10 Sgr.
- " 37. **Perrot**, (Moskau), Reform des Zollvereinstarifs. 12 Sgr.
- " 38. **Neumann**, F. K., Reg.-Rath, Prof. Dr. (Wien), Die Ehrenerung der Lebensmittel. 12 Sgr.
- " 39. **Bezold** (München), Das Versicherungswesen. 12 Sgr.
- " 40. **Grimm** (Fena), Die Lutherbibel und ihre Textes-Revision. 10 Sgr.

Ferner werden nach und nach, vorbehaltlich etwaiger Abänderung im Einzelnen, folgende Beiträge veröffentlicht werden.

**Girsch**, Prof. Dr. (Berlin), Ueber die Aufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege bezüglich der Cholera.

**Merkel**, Prof. Dr. (Wien), Ueber den Streit der conservativen und liberalen Parteien in seinem Verhältniß zu Wesen und Entwicklung des Rechts.

**Gallenkamp**, Prof. Dr. (Berlin), Reform des Realschulwesens.

**Laspenres**, Prof. Dr. (Dorpat), Ueber die Preissteigerung der letzten 25 Jahre.

**Sinschius**, Dr. jur. (Berlin), Die kirchl. Reformgesetzgebung in Preußen.

**v. Holzendorff**, Prof. Dr. (München), Das Priestercoelibat.

**Duden**, W., Prof. Dr. (Gießen), Das deutsche Reich im Jahre 1873.

**Jannasch**, Dr. (Proskau), Patentschutz im deutschen Reich.

**Schwabe**, Dir. Dr. (Berlin), Statistik der großstädtischen Prostitution.

**Bluntschli**, Prof. Dr. F. G. (Heidelberg), Die Fortbildung des Völkerrechts durch internationale Vereinsbildung und Schiedsgerichte.

**Thaer**, Prof. Dr. (Gießen), Die Versorgung der städtischen Bevölkerung mit Milch, Brot und Fleisch.

**Garcis**, (Bern), Die Börse und die modernen Gründungen.

